

氏名	村越 琢磨
学位の種類	博士(心理学)
報告番号	乙第304号
学位授与年月日	2014年3月31日
学位授与の要件	学位規則(昭和28年4月1日 文部省令第9号) 第4条第2項該当
学位論文題目	変化の検出と無変化の検出に対する 変化オブジェクトの検索・比較 メカニズムの違いに関する実験的 研究
審査委員	(主査) 都築 誉史 芳賀 繁 熊田 孝恒(京都大学大学院情報学 研究科知能情報学専攻教授)

I. 論文の構成と内容要旨

(1) 論文の構成

本論文の構成は、以下のとおりである。

第1部 変化の見落とし現象

第1章 変化の見落とし

第1節 はじめに

第2節 変化の見落としとは

第3節 変化とは何か

第4節 変化検出課題

第5節 なぜ見落とされるのか

第2章 注意

第1節 情報の選択

第2節 注意の効果

第3節 能動的注意と受動的注意

第4節 注意の測定方法

第5節 どのような情報が選択されるのか

第3章 変化の見落としと注意

第1節 変化の見落としと注意の関係

第2節 見落とされた変化の情報の統合

第3節 意識的な知覚体験と無意識的な知覚処理

第4節 変化の見落とし研究の応用可能性

第5節 変化を見落とすことの生態学的妥当性

第4章 従来の研究の諸問題と本研究の目的

第2部 変化の見落とし現象に関する実験的研究

第5章 変化オブジェクトの表象保持に対する注意と凝視の効果

第1節 VSTMの表象に対する注意と凝視の役割

第2節 実験1：注意と凝視がVSTMでの表象保持に及ぼす効果

第3節 実験2：手がかり刺激による受動的注意の定位の効果

第4節 総合考察

第6章 変化の検索・比較処理における単一特徴に対する注意の効果

第1節 本章の目的

第2節 実験3：変化次元外特徴に向けた注意が変化検出課題に及ぼす効果

第3節 実験4：変化定義特徴に向けた注意が変化検出課題に及ぼす効果

第4節 実験5：特定次元の特徴に向けた注意が変化検出課題に及ぼす効果

第5節	総合考察
第7章	変化の検出と無変化の検出
第1節	見落としにより意識にのぼらなかった表象
第2節	実験6：変化の検出と変化の棄却の違い
第3節	実験7：変化検出における刺激特性の効果の検討
第4節	実験8：変化の検出と無変化の検出の違い
第5節	実験9：無変化の検出における刺激特性の効果
第6節	総合考察
第8章	変化オブジェクトの検索・比較処理の生起
第1節	本章の目的
第2節	実験10：課題非関連な変化情報が検索・比較処理の生起に及ぼす効果
第3節	考察
第9章	結論と展望
第1節	結論
第2節	展望
	文献

(2) 論文内容の要旨

本研究の目的は、視知覚における変化検出を行う上で重要である、オブジェクト（視対象）の検索・比較メカニズムを実験心理学的手法によって解明することにある。本文は2部、9章から構成される。

第1部では、“変化の見落とし（change blindness）”に関する実験心理学的研究と、その他の関連する先行研究を詳細に概観した（第1～4章）。従来の“変化の見落とし”研究では、変化検出のために変化前の視覚場面の表象と現在の感覚入力を検索・比較する必要があるが、このオブジェクトの検索・比較処理の失敗が、変化の見落とし現象の重要な生起要因であることが示唆されている。しかし、オブジェクトの検索・比較処理がどのような情報に基づいて、変化が存在すること、および変化が存在しないことを判別しているかは明らかになっていない。

第2部では、変化の検索・比較処理メカニズムの解明を目的として実施された10個の実験的研究について報告した。

変化を検出するためには、変化前の表象が保持されている必要がある。従来の変化検出に関する研究では、注意が逸らされるとオブジェクトの詳細な表象が失われ、変化が検出できないとされてきた。注意の定位置と凝視位置は一般に一致することが多いが、注意

は凝視位置とは独立に移動可能であることが、先行研究によって示されている。

そこで、第5章の2つの実験（実験1～2）では、凝視位置と注意の定位位置を独立に操作し、オブジェクトへの凝視と注意の定位効果を実験的に検討した。その結果、オブジェクトの詳細な表象を保持するためには、対象への凝視が重要である可能性が示された。一方、受動的注意はオブジェクトに対する眼球運動を生じさせ、中心窩で捉えたオブジェクトの詳細で強固な表象を視覚的短期記憶（visual short term memory: VSTM）内に生成し、当該オブジェクトの変化検出を促進する役割を担う可能性が示された。

第6章では3つの実験（実験3～5）を行い、オブジェクトに含まれる単一特徴が、オブジェクトの検索・比較処理に利用可能であるか否かを検討した。実験では高速系列視覚提示（rapid serial visual presentation: RSVP）目標検出課題と、変化検出課題を二重課題に用い、注意を向ける特徴が変化検出課題に及ぼす効果を検討した。従来の研究では、変化検出に際して、単一特徴情報が利用可能であるという立場と、利用できないという立場がある。本研究では、単一特徴情報の利用可能性に加え、リソース（注意資源）の削減が変化検出に果たす役割も同時に検討した。その結果、RSVP目標を定義する特徴次元と変化目標を定義する特徴次元が同じ場合でも異なる場合でも、二重課題を課した場合には、変化検出課題の成績の低下が見られた。このことから、オブジェクトの検索・比較処理には、オブジェクトに含まれる単一特徴の情報ではなく、オブジェクトに含まれる様々な特徴が統合された情報が利用されることが明らかとなった。さらに、付加的な課題にリソースが配分された場合には、どのような課題にリソースを配分するかにかかわらず、変化検出課題へのリソースが削減され、変化検出率が低下することが示された。

第7章では、変化の検出と無変化検出におけるメカニズムの違いについて検討を行った。従来の変化検出課題を用いた研究では、変化が提示された場合における見落とし率に焦点を当てるが多かった。それに対して本研究では、変化が提示された場合と、変化が提示されなかった場合の反応パターンの違いに注目した。4つの実験（実験6～9）の結果、変化の検出と無変化の検出では異なる結果パターンが得られ、両者において異なる処理がなされていることが見出された。さらに、この処理の違いは、視覚系の低次レベルで生起していることが示唆された。つまり、変化前の視覚場面と変化後の視覚場面の各オブジェクトに対する検索・比較処理に先立ち、視覚系は変化前後の場面間でグローバルな情報の違いを検出しようとする。この時、2つの視覚場面の間に顕著な変化情報が存在する場合には、オブジェクトの検索・比較処理が実行される。グローバルな情報の中に顕著な変化が検出されなかった場合には、検索・比較処理は実行されず、変化がないと知覚される。このため、変化が提示されない試行において、変化が存在しなかったと判断することの方が、変化が提示された試行において、変化を検出することに比べて容易である。一方、複数の変化が存在する中から、変化しなかったオブジェクト（無変化オブジェクト）を検出する場合には、グローバルな変化情報の検出に続いて、詳細な検索・比較処理が実行される。この時、変化情報は無変化情報に比べて顕著な刺激であるため、無変化オブジェクトの検

出は非常に困難となる。

第 8 章では、視覚場面間のグローバル情報が、変化した可能性のあるオブジェクトの検索・比較処理をトリガーする可能性について検討した（実験 10）。実験の結果、課題と非関連な変化の提示によって、変化提示試行の成績には違いがみられなかったが、変化不在試行では正答率の低下がみられた。このことから、変化そのものの検出と変化オブジェクトの同定は、異なるメカニズムによって処理されることが明らかとなった。つまり、第 7 章で示唆されたように、視覚系はまず変化前後の視覚場面間のグローバルな情報に基づき、オブジェクトの検索・比較処理を実行する。この時、探索領域外に提示された課題非関連な変化情報は、視覚場面間のグローバルな変化情報として捉えられるため、その後のオブジェクトの検索・比較処理をトリガーする役割を果たす。このような視覚場面間のグローバルな情報処理の結果、視覚系にとって重要と思われる情報が検出された場合には、さらに詳細な探索を行うため、個々のオブジェクトの検索・比較処理が実行される。

第 9 章では本研究の実験結果と、これまでの先行研究で得られた知見を基に、本研究の結論を述べ、その総括として、申請者独自のモデルを提案した。従来の研究では、視覚的短期記憶内の詳細な表象と感覚入力を比較することによって、オブジェクトの変化が検出されると考えられてきた。これに対し、本研究では、視覚的短期記憶内の詳細な表象を必要としない、粗い変化検出処理も存在することを見出した。つまり、本研究は、オブジェクトの検索・比較に際して、視覚系は 2 種類の異なる検出処理を行っていることを明らかにした。この知見に基づき、本研究では、2 種類の異なる変化検出メカニズムが段階的に行われる、変化検出の 2 段階モデルを提案した。このモデルでは、(a) 変化前後の視覚場面間のグローバルな情報に基づき、2 場面間に変化が存在するか否かのみを検出する粗い変化検出と、(b) その粗い検出結果によって駆動され、視覚場面内の各オブジェクトについて検索・比較処理を行い、どこでどのような変化が生じたかを同定する詳細な変化検出メカニズムを仮定する。従来考えられてきた、視覚的短期記憶内の詳細な表象の比較による変化検出のみでは、常に変化している我々の視覚環境内で、重要な変化情報だけを効率的に検出することは難しい。本研究で提案された、2 段階モデルによって、常に変化している我々の視覚環境の中で、変化の有無の素早い知覚と、重要な変化の詳細な同定とを同時に行っている視覚系のメカニズムを適切に説明することが可能となる。

II. 論文審査結果の要旨

本申請論文は、1990年代半ばから多くの研究者の関心を集めている、変化検出における“変化の見落とし (change blindness)”現象について、新たな観点から一連の実験的検討を行い、その総括として、申請者独自のモデルを提案したものである。“変化の見落とし”とは、“変化盲”と訳されることもあり、通常、容易に気づくような大きな変化さえも認識することに失敗してしまう知覚現象である。この現象は、人間の視知覚における謎として広く注目されており、心理学的・神経科学的に重要であるが、なぜこのような現象が生起するのか、まだ十分に解明されていない。

第1部では、変化の見落とし現象について、特に視覚的短期記憶や注意との関係に焦点をあてつつ、多様な実験技法を用いた先行研究を概観し、本研究の目的を明確に示している。つまり、変化検出を行うため、オブジェクトの検索・比較処理がどのような情報に基づいており、検索・比較処理を実行する一連のメカニズムは何かという問題設定である。

第2部は、4グループの実験的研究から構成されている。まず、第5章では、オブジェクトの視覚的短期記憶において、表象の保持に対する注意と凝視の効果に関する2つの実験について報告している。続く第6章では、オブジェクトに含まれる単一特徴ではなく、オブジェクトの多様な情報が総合的に利用されることを明らかにした3つの実験結果が述べられている。これらの実験は、日本視覚学会機関誌 VISION に原著論文 (和文) として掲載されており、RSVP 課題と変化検出課題の二重課題法を用いた申請者独自の実験手続きに基づいて、興味深い知見を得ている点は高く評価できる。

第7章では、4つの実験によって、変化の検出と無変化の検出では異なる結果パターンが得られ、両者において異なる処理がなされていることを示した。これらの実験結果は、英文専門誌 PLOS ONE に掲載されている。オリジナルで国際的な成果であり、第2部における最も重要な実験的知見として特筆に値する。

第8章の実験では、探索領域外に提示された課題と非関連な変化情報が、その後のオブジェクトの検索・比較処理をトリガーすることを見出している。これは、非常に興味深い斬新な知見である。

第9章では、上記の実験結果を総括し、(a) グローバルな情報に基づき、変化が存在するか否かのみを検出する粗い変化検出と、(b) その粗い検出結果によって駆動され、視覚場面内の各オブジェクトについて詳細な検索・比較処理を行う変化検出という2種類のメカニズムを仮定する、申請者独自の新たな2段階モデルを提案している。このモデルは、10個の実験結果を整合的に説明しており、十分に妥当であると評価できる。

ただし、第8章では実験が1つのみであるため、今後、複数の実験によって、更なる検討を行うことが望まれる。また、第9章では、申請者独自のモデルが最後の部分で記述されているが、モデルに基づいた予測の実証的検討といった取り組みは、今後の課題である。

さらに、非常に詳細な第 1 部の展望と比較すると、最終的な総合考察がやや手薄である点は否定できない。

しかし、本論文は 10 個の実証的研究を含み、得られた成果は上述のように高く評価できるものである。また、本論文に含まれる研究の多くは、英文専門誌、学会誌、研究紀要等の査読付き原著論文として公表済みである。申請者は、興味深い知覚現象である変化の見落としてに関して新たな説明モデルを提案しており、それは今後、この現象を解明する上で、世界的に参照されるべき大きな一歩であると評価できる。申請者は着実に研究成果を上げてきており、上述の課題についても今後、順次、研究を進めて行くことが期待できる。

以上を総合的に判断し、本審査委員会は本論文が期待される要求水準を十分に満たしたものであり、博士学位論文に値すると判断する。